

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Article, Published Version

**Fiedler, H.**

## **Erfahrungen beim Experimentierbau von Schubprahmmittelsektionen mit Membranboden**

Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Schifffahrt

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105858>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Fiedler, H. (1966): Erfahrungen beim Experimentierbau von Schubprahmmittelsektionen mit Membranboden. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Schifffahrt 10. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 231-244.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



**Erfahrungen beim Experimentierbau  
von Schubprahmmittelsektionen mit Membranboden**

**Ing. Fiedler  
VEB Oderwerft Eisenhüttenstadt**

**Manuskripteingang Mai 1966**



Im Auftrage der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau, Berlin, wurden im VEB Oderwerft Eisenhüttenstadt zwei in ihrer Konstruktion unterschiedliche Funktionsmuster eines Schubprahms mit Membranboden (Mittelsektion) gefertigt. Dabei handelt es sich um den Membranschubprahm Typ 55 (MSP 55), der von der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau, Berlin, entworfen wurde, und den Membranschubprahm Typ 56 (MSP 56), eine Entwicklung des VEB Roßlauer Schiffswerft. Die Konstruktion beider Prähme wurde vom VEB Oderwerft Eisenhüttenstadt erarbeitet.

Die Membranschiffe unterscheiden sich von den bisher gebauten Schubprähmen (KSP 33 und 34) folgendermaßen:

Sie besitzen keinen Ladeboden im üblichen Sinne. Die Außenhaut der Prähme, die zwischen den Seitensektionen eingespannt ist, stellt auch gleichzeitig den Ladeboden dar. Im Bereich des Laderaumes fehlen die Bodenverbände, wie Bodenwrangen und Längsträger, so daß sich der Boden - die Membran - bei Leerfahrt nach oben und im beladenen Zustand nach unten durchbiegt.

Die beiden für Forschungszwecke gebauten Prahmtypen weichen in ihrer Konstruktion im wesentlichen in folgenden Details voneinander ab:

Der MSP 55 besitzt Trimmschrägen, die Spanten sind aus Blech zu einem V-Profil gekantet und der Laderaum ist durch zwei Querträger, die zur Steifigkeit des Schiffes beitragen und etwa  $\frac{1}{3}$  der Höhe des Laderaumes messen, in drei Felder unterteilt.

Die Laderaumwände des MSP 56 stehen senkrecht und ergeben mit dem Deckstringer und der Außenhaut auf den Boden montiert eine rechteckige Kastensektion. Bis auf einige Rahmenspannten sind alle anderen Spanten aus Flacheisen. Auf  $L/2$  erhöht ein Querträger, der etwa  $\frac{1}{4}$  der Laderaumhöhe mißt, die Steifigkeit des Schiffes.

Die Bautechnologie der zwei Funktionsmuster warf einige Probleme auf, wie die folgenden Darlegungen zeigen werden.

### Membranschubprahm Typ 55 (MSP 55)

#### Hauptabmessungen des Prahms:

Länge über alles	32,52 m
Breite auf Spanten	8,16 m
Seitenhöhe	2,15 m
Konstruktionstiefgang	2,00 m
Verdrängung auf Spant bei $T = 2,00$ m (ohne Durchbiegung der Membran)	530 m <sup>3</sup>
Spantentfernungen	
bei Spant 3 - 33	1,00 m
bei Spant 0 - 2 und 34 - 36	0,50 m
bei Spant 2 - 3 und 33 - 34	1,25 m

Der Zuschnitt der Bodenplatten erfolgte in der Zürichterei auf Fertigmaß. Verwendung fanden dazu Bleche mit den Abmessungen  $7\ 000 \times 1\ 800 \times 7$  mm, die in der Länge mit 6 700 mm - was der Sektionslänge entspricht - ausgenutzt wurden.

Die Abmessungen der Bodensektionen betrugen nach der Fertigstellung  $8\ 160 \times 6\ 700$  mm. Entsprechend der Breite des Tors der Schiffbauhalle wurde die Plattenlänge mit 6 700 mm festgelegt, um den Transport zur Helling zu ermöglichen.

Vor dem Zusammenlegen der einzelnen Platten zu Sektionen wurden an den äußeren Platten die Kimmisen angebracht und mit dem Dreikopf-UP-Kehlnaht-Gerät beidseitig verschweißt.

Die Hubhöhe des Hallenkranes, die maximal 6 000 mm beträgt, gestattete nicht das Umdrehen derart großer Sektionen. Um jedoch das wirtschaftliche Automatschweißen anzuwenden, wurde die unten beschriebene Technologie gewählt.

Das Schweißen der Bodensektionen erfolgte an der einseitigen UP-Stumpfnah-Schweißanlage. Der Transport zur Helling geschah anschließend mittels Kran und Slipwagen.

Bei einer Seitenhöhe des Schubprahmes von 2 150 mm war es

erforderlich, mehrere Platten zusammenzulegen, wobei eine Platte in der Länge und der Breite voll genutzt wurde. Der anschließende Schergang bildet mit  $\frac{2}{3}$  des Decksträgers ein Ganzes und wurde mit einem Radius von 50 mm abgekantet. Für die genannten Bauteile fand 7 mm dickes Blech Verwendung.

Die Fertigung von Schergang, Deckstringer und Lukenstül war von den zur Verfügung stehenden Maschinen abhängig. Die vorhandene Kantbank, die bei einer Kantlänge von 3 000 mm eine maximale Abbiegebreite von 200 mm gewährleistet, war für die Konstruktion des MSP 55 unzureichend. Aus diesem Grunde wurden aus einer 7 000 mm langen Platte 3 Teile mit einer Länge von je 2 330 mm zugerichtet. Bei einer Ständerweite der Kantbank von 2 500 mm gestattete dieses Maß eine einwandfreie Kantung.

Die auf diese Weise vorgefertigten Teile wurden jeweils mit V-Nähten versehen, zusammengelegt und von Hand geschweißt, um die Sektionslänge von 7 000 mm zu erreichen. Die Außenhautplatte und der Schergang wurden danach stumpf miteinander verschweißt. Auf diese Flächensektionen wurden anschließend die Stützbleche, auf denen die Steifen zuvor komplett montiert waren, aufgesetzt. Es entstand auf diese Weise im Übergang vom Schergang zum Deckstringer eine Dreieckskonstruktion. Als weiteres erfolgte das Montieren der bereits vorgefertigten Spantkniee auf die Außenhaut. Die Vorfertigung der Seitensektion war damit abgeschlossen.

Das Vor- und das Hinterschiffdeck sind konstruktiv gleich und wurden im Vorlauf fertiggestellt. Das geschah mit Hilfe einer Vorrichtung, wie sie beim Bau des Standardprahmes verwendet wird.

Die Stirnwände Spanten 0 und 36 sowie auch die Schotte, Spanten 2 und 34, wurden weitestgehend im Vorlauf gefertigt.

Steifen und Piekrahmen wurden aufgesetzt und verschweißt.

In den Piekräumen des Schiffes sind jeweils zwei Bodenwrangen vorgesehen, die ebenfalls vorgefertigt wurden. Der Bau der Trimmschrägen konnte insofern im Vorlauf erfolgen, als sie fertig zugerichtet und mit den Mannlochverschlüssen komplettiert

wurden.

Eine Vorfertigung der Querträger des Laderaums war dagegen nur teilweise möglich. Eine Platte, die an die Außenhaut anschließt, wurde mit der Schrägen, welche sich am Trimmblech anpaßt, versehen. Die Querträgersteifen wurden aufgesetzt, das Rundisen und die gegenüberliegende Platte montiert. Die noch fehlenden Anschlußstücke zur gegenüberliegenden Schiffsseite wurden für die Montage vorgesehen, um dem jeweils im Querträger arbeitenden Schiffbauer, Schweißer oder Maler eine genügende Belüftung bzw. eine leichtere Montage zu gewähren.

Als erster Teil der Montage wurden die Seitensektionen zu Längen von 14 000 mm auf einer Zulage, die speziell für diesen Teil der Montage des Standardprahmes konstruiert und für den Bau dieses Prahms verwendet wurde, zusammengelegt. Ein Portalkran (maximale Hubkraft 5 Mp) hob die Sektionen anschließend zum Bauplatz des Schiffes. In gleicher Weise erfolgte die Montage des Lukenstüls.

Vor der eigentlichen Montage des Schiffskörpers war es erforderlich, zwischen den vorhandenen Pallungen Strecken zu legen, um die Durchbiegung des Membranbodens zu verhindern und eine bessere Montage zu gewährleisten. Auf diesen Pallungen wurden dann die Bodensektionen ausgelegt, eingebrannt, geheftet und geschweißt und danach die Stirnwände (Spanten 0 und 36) aufgestellt. Dabei erwies es sich als vorteilhaft, daß die Piekrahmen auf die Stirnwände montiert waren, denn es entfiel das Ausrichten der Stirnwände.

Die zwischen dem Spant 0 und dem Schott im Hinterschiff bzw. dem Spant 36 und dem Schott im Vorschiff vorgesehenen Bodenwrangen reichen über die gesamte Schiffsbreite und konnten jetzt entsprechend der Technologie montiert und durch Zwischenstege miteinander versteift werden.

Bevor die Seitensektionen gestellt wurden, erfolgte die Montage der aus zwei Teilen bestehenden Schotte. Begonnen wurde mit dem oberen, unmittelbar am Deck anschließenden Teil,

und danach folgte der untere Teil, der gleichzeitig als Trimm-schräge konstruiert ist. Da die Anordnung der Schottplatten durch die Kontur der Piekrahmen bestimmt ist, ergaben sich bei der Montage keine nennenswerten Schwierigkeiten bei der Anpassung.

Komplizierter war dagegen die Montage der Seitensektionen.

Nach Beendigung der schiffbaulichen Montage der Seitensektionen wurden die Außenhaut mit den Kimmisen und die Spantkniee mit dem Boden verschweißt. Es folgte das Reinigen und Konservieren im Bereich der Trimm-schrägen, deren Montage danach bei halber Schiffslänge begann. Als erstes wurde eine 4 000 mm lange Platte verarbeitet. Deren Innenseite war bereits konserviert, jedoch war im Bereich der Spante keine Farbe aufgetragen worden, um eine einwandfreie Schweißnaht zu garantieren. Nach der Montage der Platte wurden zunächst die Längsnähte am Boden sowie an der Außenhaut und dann die Spantkniee mit dem Trimmblech verschweißt, der so entstandene Raum gereinigt und die restlichen Konservierungsarbeiten ausgeführt. Wechselseitig konnte jetzt nach beiden Seiten die Montage fortgesetzt und bei jeder Platte der Rhythmus "Montage - Schweißen - Reinigen - Konservieren" eingehalten werden, wobei die Plattenlängen 2 000 mm betrugen. Die Monteure hatten dadurch nie mehr als zwei Spantenentfernungen in diesem Raum zu überwinden. Die Querträger wurden dann an entsprechender Stelle montiert.

Schwierigkeiten bereitet die Montage des Lukensülls. Weil die Konstruktion im Bereich der Naht im Deckstringer keine Deckbalken bzw. Konsole vorsieht, die als Anlage dienen können, mußte das Lukensüll am Kran hängend montiert werden. Dieses Verfahren hatte den Nachteil, daß die Krankapazität der Helling für lange Zeit an ein Schiff gebunden war und an anderen Objekten Wartezeiten entstehen. Die Konstruktion Deckstringer und Lukensüll ist dadurch, daß keine Deckverbände in Querrichtung vorhanden sind, sehr labil. Durch die beim Schweißen auftretende Winkelschrumpfung und durch das Eigengewicht fällt das Süll zum Laderaum hin ab. Es bedurfte deshalb eines hohen



Aufwandes an Richtarbeit. Durch die Vormontage zu 14 000 mm langen Sektionen wäre es möglich, die Flucht besser einzuhalten.

Die Montage der Süllecken am Übergang vom Längs- zum Quersüll erfolgte nach dem Auflegen der Decks. Die dazu erforderliche Paßarbeit war sehr aufwendig.

Die Spanten, fehlende Kleinteile und Ausrüstungsteile waren die letzten Montagearbeiten am Schiff. Das Anbauen der Spanten ist reine Paßarbeit. Wie bereits erwähnt, sind die Spanten (5 mm Blech) zu einem V-Profil gekantet. Sie haben eine Länge von etwa 800 mm und wurden als Fortsetzung der Spantkniee zwischen Trimmschrägen und Stützblech, welches unter dem Deckstringer angeordnet ist, eingepaßt und mit der Außenhaut verschweißt.

#### Membranschubprahm Typ 56 (MSP 56)

Hauptabmessungen des Prahms:

Länge über alles	32,52 m
Breite auf Spanten	8,16 m
Seitenhöhe	2,15 m
Konstruktionstiefgang	2,00 m
Verdrängung auf Spanten bei $T = 2$ m (ohne Durchbiegung der Membran)	530 m <sup>3</sup>
Spantenentfernung	0,50 m

Der Zuschnitt des Bodens erfolgte mit den gleichen Abmessungen wie beim MSP 55.

Die Piekrahmen wurden in vier Teilen belassen. Jeweils ein Teil wurde auf das Deck und den Boden gesetzt sowie die Teile am Schott und an der Stirnwand als Paßstücke bei der Montage eingesetzt.

Demzufolge wurden bereits im Vorlauf die Unterteile der Piekrahmen auf den Boden montiert und die Bodenwrangen in Vor- und Hinterschiff interkostal angepaßt.

Außenhaut und Wallgang wurden zu Flächensektionen zusammengesetzt. Nach dem UP-Schweißen erfolgte die Montage der Spanten und Rahmenträger. Alle Flächensektionen, Außenhaut, Deckstringer und Wallgang wurden zu Kastensektionen vormontiert. Vorteilhaft war dabei das Vorhandensein der Rahmenträger, denn sie dienten als Auflage, und es erübrigten sich zusätzliche Abstützungen.

Stirnwände und Schotte ließen sich im Vorlauf komplett fertigstellen.

Für die Vorfertigung der jeweils kongruenten Vor- und Hinterschiffsdecks wurde die zum Bau des Standardprahms vorhandene Vorrichtung verwendet.

Die Montage beider Schiffe erfolgte auf einem Bauplatz, so daß beim zweiten Schiff keine wesentliche Umrüstung erforderlich war.

Nachdem die Bodensektionen ausgelegt und die Sektionsstöße verschweißt waren, wurden die Stirnwände gestellt. Dazu waren zusätzliche Hilfsmittel zum Abstützen erforderlich.

Auf einer Zulage wurden die Seitensektionen ausgelegt und der Volumenstoß gebrannt. Ein Zusammenbauen von zwei Sektionen war nicht möglich, da die Masse von zwei Sektionen die Hubkraft des Hellingkranes (maximal 5 Mp) um etwa 500 kp übersteigt.

Die Seitensektionen wurden an dieser Stelle auf dem Wallgang liegend konserviert. Die Bedingungen waren dazu relativ gut. Danach wurden die Sektionen mit dem Kran zum Bauplatz eingeschwenkt und auf den Boden gestellt. Die Inanspruchnahme des Kranes war bei der Montage dieses Prahms wesentlich geringer, da die Seitensektionen komplett fertiggestellt und weniger Einzelteile zu montieren waren.

In den Seitensektionen blieb darauf nicht mehr viel zu tun. Die Bodenspannten mit den Knieblechen waren zu montieren, zu schweißen und der Bereich des Bodens zu konservieren. Die Größe des Raumes gewährleistete gute Bewegungsfreiheit und günstige Arbeitsbedingungen. Nach Abschluß der letzten Arbeiten

in den Seitensektionen wurden die Schotte und die restliche Außenhaut gestellt, das Deck aufgelegt sowie die Ausrüstung des Schiffes montiert.

Der Querträger ist im Vorlauf fertiggestellt worden; jedoch wurden die Ecknähte bei Montage geschweißt, um nicht vor der Montage den Träger durch die Schrumpfspannungen durchzubiegen.

Ausbeulen, Richten und Konservieren waren die letzten Arbeiten vor dem Stapellauf.

Schubprähme mit Membranboden sind eine Neuheit im Bauprogramm der Werft, und es fehlten dafür sämtliche Erfahrungen. Deshalb wurden vor Beginn der Erarbeitung einer Bautechnologie beide Schiffstypen gegenübergestellt und eingeschätzt. Es zeigte sich, daß sich der MSP 56 leichter bauen läßt als der MSP 55.

Als erstes Schiff durchlief deshalb auch der MSP 56 den Fertigungsprozeß, und die dabei gesammelten Erfahrungen konnten beim Bau des zweiten Schiffes voll genutzt werden.

Beide Schiffe sind Einzelanfertigungen mit unterschiedlicher und zum Teil umständlicher Bautechnologie. Beim Zurichten beider Schiffe bereitete die unterschiedliche Konstruktion noch keine wesentlichen Schwierigkeiten. Es war allerdings kompliziert, den Bau dieser Versuchsbauten in die Serienfertigung des Standardprahms so einzugliedern, daß keine Stockungen im Durchlauf entstanden.

Beim MSP 55 ergaben sich auf Grund der Konstruktion und der zur Fertigung zur Verfügung stehenden Maschinen viele Einzelteile, die sich schwierig zu Flächensektionen zusammenbauen ließen. Ein hoher Aufwand an Richtarbeiten war erforderlich, insbesondere bei der vorlaufmäßigen Fertigung des Dennebaumprofils, der Spanten sowie beim Vormontieren des Scherganges und des Lukensüßls. Spantkniee und Querträgersteifen wurden von der Zurichterei an den Vorlauf geliefert und die Ausbrände mit Hilfe des Handbrenners vorgesehen. Die durch das Brennen

entstehenden Verwerfungen erforderten ebenfalls einen relativ hohen Grad an Richtarbeit.

Die bei der Montage aufgetretenen Schwierigkeiten wurden bereits teilweise erwähnt. Bei der Montage der Trimmschrägen traten Probleme auf, die von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet werden müssen und bei einer eventuellen Serienfertigung anders zu lösen sind. Der erste Gedanke war, diese Trimmschrägen in Vorlauf mit den Seitensektionen zusammenzubauen und die Seitensektionen komplett bei der Montage aufzustellen. Bei den folgenden Überlegungen traten Fragen des Unfall- und Gesundheitsschutzes immer mehr in den Vordergrund. In der Enge des zur Verfügung stehenden Raumes und bei einer Sektionslänge von 7 000 mm oder 14 000 mm Schweiß-, Reinigungs- und Konservierungsarbeiten auszuführen, war nicht zu ver-antworten. Deshalb erfolgte eine Änderung der Konstruktion, und es wurde die oben beschriebene Technologie erarbeitet.

Bei der zu verarbeitenden Plattenlänge von 2 000 mm wurde gewährleistet, daß keine Arbeiten tiefer als 2 000 mm im Raum durchzuführen sind. Es wurde dadurch noch eine relativ gute Belüftung erreicht. Außerdem wäre bei unvorhergesehenen Zwischenfällen ein leichteres Eingreifen möglich gewesen.

Bei der Montage der Trimmbbleche ergab sich kein technologisch günstiger Ablauf, da die Schiffbauer die Montage nicht eher fortsetzen konnten, bis die Konservierung abgeschlossen war. Dadurch hatte die Konservierung einen von der Werft bisher nicht gekannten Schwierigkeitsgrad.

Vom schweißtechnischen Gesichtspunkt betrachtet ist die Konstruktion insofern ungünstig, weil sie die Automaten-schweißung sehr einschränkt. Zwei Drittel der Schweißarbeiten mußten bei der Montage durchgeführt werden.

Ein Vergleich des Verhältnisses der Vorgabestunden der Montage zu denen des Vorlaufs zeigt folgendes Bild:

$$\frac{\text{Montage}}{\text{Vorlauf}} \approx \frac{2}{1}$$

Nur ein Drittel der Stunden konnten also im Schiffbau beim MSP 55 im Vorlauf geleistet werden, während zwei Drittel auf die Montage entfielen. Dies bedeutet gleichzeitig, daß zwei Drittel der Arbeiten witterungsabhängig ausgeführt werden mußten.

Ein für den technologischen Ablauf etwas günstigeres Bild ergab sich bei der Baufolge des MSP 56.

Die Plattenlängen wurden hier in voller Länge genutzt. Die einseitige Stumpfnah-Schweißung konnte gegenüber dem MSP 55 zur Fertigung der Flächensektionen voll angewandt werden. Die Flächensektionen wurden mit den Spanten im Vorlauf vormontiert und mit dem Dreikopfgerät geschweißt. Das Zusammenstellen der ebenen Flächensektionen zu Kastensektionen erforderte keine größeren Umstände, da die Distanz der Außenhaut zum Wallgang durch die Rahmenträger gehalten wird.

Das Dennebaumprofil wurde annähernd zu einem U-Profil abgekantet und ließ sich leicht herstellen. Das gleiche Profil wird z.Z. am Standardprahm montiert, und es konnten bisher gute Erfahrungen gesammelt werden.

Demgegenüber bereitete das Herstellen des Dennebaumprofils für den MSP 55 hinsichtlich des Einhaltens des Öffnungswinkels und des Biegeradius größere Schwierigkeiten.

Vom Standpunkt der Schweißtechnik betrachtet, bietet sich beim MSP 56 die Möglichkeit, die Automatschweißung voll einzusetzen und die Handschweißung bis auf wenige Arbeiten bei der Montage einzuschränken.

Ein Vergleich der Vorgabestunden im Bereich Schiffbau ergibt beim Membranschubprahm Typ 56 folgendes Verhältnis:

$$\frac{\text{Montage}}{\text{Vorlauf}} \approx \frac{1}{1}$$

Bereits beim Bau des Funktionsmusters erwies es sich, daß das Verhältnis etwas zugunsten des Vorlaufs ausfällt. Dieser Vergleich zeigt, daß der Stundenaufwand der Montage und des

Vorlaufes annähernd gleich ist und der Anteil der unter witterungsabhängigen Bedingungen durchzuführenden Arbeiten gegenüber dem MSP 55 eingeschränkt wird.

Konstrukteure, Technologen und Meister des VEB Oderwerft sind der Auffassung, daß bei einer späteren Fertigung der Membranschubprähme dieselben konstruktiv überarbeitet werden müssen.

Neben den Erfahrungen, die aus den z.Z. laufenden praktischen Betriebserprobungen gesammelt werden, sind dabei auch in gebührender Weise die beim ersten Bau aufgetretenen technologischen Probleme zu berücksichtigen. Es ist notwendig, von beiden Funktionsmustern das Positive auszuwählen, um einen Typ des Membranschubprähms mit einem hohen Gebrauchswert zu erhalten.

